

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. Juli 2005 (28.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/068818 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 25/12

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/000359

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Januar 2005 (15.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 002 742.0 20. Januar 2004 (20.01.2004) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: LOHBERG, Werner [DE/DE]; Elsener Strasse  
15, 33102 Paderborn (DE).

(74) Anwalt: BOEHMERT & BOEHMERT; Hanewinkel,  
Lorenz, Ferrariweg 17 a, 33102 Paderborn (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,  
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

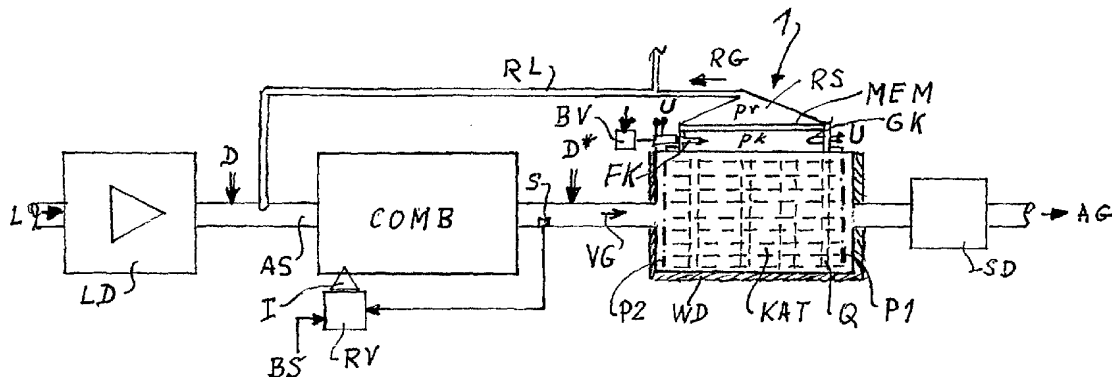
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: EXHAUST GAS REGENERATOR COMPRISING A CATALYST

(54) Bezeichnung: REGENERATOR VON VERBRENNUNGSABGASEN MIT KATALYSATOR



(57) Abstract: The invention relates to an exhaust gas regenerator (VG) comprising an exhaust gas catalyst (KAT). According to the invention, the hot-operated catalyst (KAT) is located adjacent to a diffusion membrane (MEM) that is resistant to high temperatures and is, in turn, adjacent to a regenerated gas collector (RS) that is maintained at a lower pressure (pr) than the respectively prevailing inner pressure (pk) in the catalyst, and the regenerated gas (RG) produced is supplied as a complementary fuel to a combustion device (COMB) mounted upstream of the generator (1) and/or is used otherwise in a chemico-energetic manner.

(57) Zusammenfassung: Regenerator von Verbrennungsabgasen (VG) mit einem Abgaskatalysator (KAT), wobei der heiß betriebene Katalysator (KAT) an eine hochtemperaturfeste Diffusionsmembran (MEM) grenzt, die andererseits an einen Regeneratsammler (RS) grenzt, der unter einem niedrigeren Druck (pr) als einem jeweils herrschenden Katalysatorinnendruck (pk) gehalten ist und das so anfallende Regeneratgas (RG) einer dem Regenerator (1) vorgeschalteten Verbrennungsvorrichtung (COMB) als ein ergänzender Brennstoff zugeführt und/oder anderweitig chemischenergetisch genutzt wird.

WO 2005/068818 A1

## Regenerator von Verbrennungsabgasen mit Katalysator

Die Erfindung betrifft einen Regenerator von Verbrennungsgasen mit einem Abgaskatalysator.

Aus der DE 34 13 419 A1 ist es bekannt, in einer Abgasrückführleitung einer Brennkraftmaschine einen beheizten Spaltkatalysator anzuordnen, so daß dessen Regeneratgas in dem Ansaugkanal ergänzend eingespeist wird.

Weiterhin ist aus der DE 100 19 007 A1 eine Vorrichtung zur katalytischen Reformierung von Kraftstoff mit Wasser zu Wasserstoff bekannt, wobei der Wasserstoff mit Hilfe eines Katalysators gebildet wird und der entstandene Wasserstoff durch eine Membran von den übrigen Gasen getrennt wird. Hierbei dient Abgas einer Brennkraftmaschine zur Erwärmung des Reformerkatalysators, der der Wasserstoff eingangsseitig ergänzend eingespeist wird.

Weiterhin ist es bekannt, Verbrennungsabgase einer mit Luft und Kohlenwasserstoff-Brennstoff betriebenen Verbrennungsanlage, insbesondere einer Verbrennungskraftmaschine, durch eine Katalysatorvorrichtung hindurchzuleiten, in der unverbrannter Kohlenwasserstoff-Brennstoff und Verbrennungszwischenprodukte, wie  $\text{No}_x$ , schrittweise in schadstoffarme Abgasendprodukte, wie  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ -Dampf und  $\text{N}_2$ , durch eine katalytische Nachverbrennung überführt werden. Durch die Nachverbrennung tritt im Katalysator gewöhnlich im laufenden Betrieb eine Temperatur von ca.  $1000^\circ\text{C}$

auf, und es herrscht in seinem Gehäuse gewöhnlich ein Druck von mehreren bar durch den Rückstau im anschließenden Schalldämpfer. Die üblichen Katalysatoren bestehen aus einer engen großflächigen Lamellenträgerstruktur, die mit einem Platinmetall oder Metallgemisch als wirksames Katalysatormaterial dünn beschichtet ist. Für eine stöchiometrisch ausgewogene Zusammensetzung der Luft- und Brennstoffzufuhr sorgt eine Regelvorrichtung, der als Istsignal ein Meßwert einer Abgassonde zugeführt ist, die den Gehalt an  $\text{No}_x$  mißt. Die thermische und chemische in dem Verbrennungsgas enthaltene Energie wird im Katalysator nutzlos als Wärme freigesetzt.

Es ist weiterhin bekannt, einen Teil der heißen Verbrennungsgase abzuzweigen und der Verbrennungsluft beizumischen, wodurch ein Teil der in den Verbrennungsgasen enthaltenen Energie in dem folgenden Verbrennungsvorgang nutzbringend verwertet wird, jedoch führt die durch die noch heißen Verbrennungsgase höhere Ladetemperatur zu einer geringeren Aufladung eines Verbrennungsmotors und damit einer Erniedrigung der Maximalleistung und in vielen Fällen zu einer erhöhten  $\text{No}_x$ -Bildung, die eine unerwünschte Energieverschiebung aus dem Verbrennungsraum in den Katalysator mit sich bringt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die eingangs bezeichnete Vorrichtung zu vereinfachen und die in dem heißen Verbrennungsgas enthaltene Energie besser nutzbar zu machen.

Die Lösung besteht darin, dass der heiß betriebene Katalysator an eine hochtemperaturfeste Diffusionsmembran grenzt, die andererseits an einen Regeneratsammler grenzt, der unter einem niedrigeren Druck als einem jeweils herrschenden Katalysatorinnendruck gehalten ist, und das so anfallende Regeneratorgas einer dem Regenerator vorgeschalteten Verbrennungsvorrichtung als ein ergänzender Brennstoff zugeführt und/oder anderweitig chemisch-energetisch genutzt wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Als kostengünstige Diffusionsmembran hat sich mikroporöses offenporiges Aluminiumoxyd, das auch mit Zirkonoxyd verstärkt sein könnte, bewährt, wobei eine Porenweite von 0,5 bis 2  $\mu\text{m}$  sich als günstig erwies, brennbares Regeneratgas, insbesondere Wasserstoff, aus dem Katalysatorraum abzuleiten.

Auch temperaturfeste mikroporöse Membranen aus Erdalkalisilikaten und/oder -Aluminaten, wie Calcium-Aluminium-Siliziumoxyde haben sich gut bewährt.

Es hat sich gezeigt, dass das Regeneratgas bei niedriger Temperatur aus der Membran austritt und in der Membran ein Temperaturgefälle von 1000°C und mehr auftritt.

Vorzugsweise ist ein handelsüblicher Kraftfahrzeug-Katalysator zum Versuchsbetrieb genutzt worden. Dieser wurde an einer Seite mit der Membran abgedichtet besetzt. Querpässe im Katalysatorblock erleichterten ein seitliches Austreten des Regeneratgases.

Um ein möglichst hohes Druckgefälle über die Membran bereitzustellen, wurde im Katalysatorraum austrittsseitig ein Prallblech angeordnet, das einen erhöhten Staudruck erzeugte.

Zum schnelleren Anfahren des Katalysatorprozesses nach Betriebspausen sind elektrische Glühkerzen, wie aus Dieselmotoren bekannt, und ggf. eine elektrisch gezündete Flammkerze hilfreich, die in den Katalysatormantel eingesetzt sind und in den Katalysatorraum hineinragen. Sobald der Katalysator seine untere Betriebstemperatur von ca. 900°C erreicht hat, wird die Hilfsheizung abgeschaltet. Die

katalytische Verbrennung der  $\text{NO}_x$ -Anteile sowie der Kohlenstoffanteile der Kohlenwasserstoffe, die sich im Verbrennungsgas befinden, hält dann die Betriebstemperatur aufrecht, die bis auf  $1300^\circ\text{C}$  ansteigen kann.

Das Regeneratgas wird vorteilhaft als Brennstoff genutzt und dazu in den Ansaugkanal der Verbrennungsvorrichtung eingespeist, in dem ein Unterdruck herrscht. Auf diese Weise wird das Druckgefälle über die Membran noch erhöht, was die Diffusion des Regeneratgases noch fördert.

Ein Teil des Energiegehaltes des Verbrennungsgases wird somit aus dem Katalysator in Form von chemischer Energie des Regeneratgases zurückgewonnen und einer Nutzung zugeführt. Da das Regeneratgas im wesentlichen aus kaltem Wasserstoff besteht, verringert es die Aufladung nicht, wenn die Verbrennungsvorrichtung ein Verbrennungsmotor ist; zudem fördert es den Verbrennungsvorgang durch seine leichte Entzündbarkeit und hohe Brennbarkeit.

Die Verbrennungskraftmaschine kann ohne Änderung mit einem vorgeschalteten Ladekompressor und einem Schalldämpfer anschließend an den Katalysator betrieben werden. Auch läßt sich eine bekannte Wassernebel- oder Wasserdampfinjektion am Ansaugrohr einsetzen, die der Verbrennungsmoderation dient. Der dadurch erhöhte Wasserdampfanteil im Verbrennungsgas wird vorteilhaft im Katalysator gespalten, so dass weiteres Regeneratgas entsteht. Alternativ wird Wassernebel oder Wasserdampf in einem solchen Maß in den Katalysatorraum injiziert, dass die Arbeitstemperatur von  $1000^\circ\text{C}$  nicht unterschritten wird. Eine Hülle aus Wärmedämmmaterial reduziert den Reaktorwärmeverlust.

Trägerplatte abgedichtet eingepreßt gehalten sind. Die Trägerplatte besteht vorzugsweise aus mehreren Edelstahlplatten, die jeweils unter Zwischenlage einer Glimmerdichtung aufeinander gestapelt und insgesamt zwischen dem Regeneratsammler und der Katalysatorwandung unter Zwischenlage von Dichtungen in Flanschen verschraubt gehalten sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Fig. 1 bis 5 dargestellt.

- Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild des Regenerators,
- Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt mit einer Membran,
- Fig. 3 zeigt einen modifizierten Katalysator,
- Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf eine Einzelmembrananordnung
- Fig. 5 zeigt eine Seitenansicht zum Membraneinbau.

Das Blockschaltbild Fig. 1 zeigt schematisch eine Anordnung eines Regenerators 1 an einem Katalysator KAT eines Verbrennungsmotors COMB o. dgl., dessen heißes Verbrennungsabgas VG in den Katalysatorraum eingespeist wird. Nach der katalytischen Aufbereitung verläßt das schadstoffarme Abgas AG den Katalysatorraum durch einen Schalldämpfer SD, wobei es an einer ausgangsseitigen Prallplatte Pl aufgestaut wird, so dass im Betrieb im Katalysatorraum ein Innendruck  $p_k$  herrscht.

Der Katalysatormantel ist in einem Mantelabschnitt entfernt und durch eine Membran MEM aus mikroporösem Keramikmaterial ersetzt. Auf der vom Katalysator abgewandten Seite ist eine Kammer als Regeneratsammler ausgebildet, von der das Regeneratgas RG abgezogen wird.

Vorzugsweise wird das Regeneratgas RG in das Ansaugrohr AS der Verbrennungskraftmaschine COMB eingespeist, in das ggf. durch eine Ladevorrichtung LD die Verbrennungsluft L eingeführt wird. Der Kohlenwasserstoff-Brennstoff BS, z.B. Benzin, Dieselkraftstoff oder Propangas, wird in bekannter Weise durch einen Injektor I in die Brennräume eingebracht, wobei eine Regelvorrichtung RV abhängig von einem Lambda-Meßsignal S und der jeweils geforderten Motorleistung die jeweils zugeführte Menge des optimalen Kraftstoff-Luftsaurestoffgemisches bestimmt, so dass eine schadstoffarme Verbrennung inklusive der katalytischen Nachverbrennung erfolgt.

Außen ist der Katalysator mit Wärmedämmmaterial WD umkleidet, um den Wärmeverlust gering zu halten. Im Katalysator-Lamellenblock sind Querböhrungen Q eingebracht, die zur Membranseite führen.

In den Katalysatorraum sind zum Vorheizen Glühkerzen GK und/oder eine zusätzlich mit Brennstoff BS gespeiste Flammkerze FK eingeführt. Die Kerzen GK, FK, sind zum Anheizen mit einer elektrischen Spannung U beschaltet, und der Brennstoff BS ist während der Anlaufphase über ein Ventil BV gesteuert zugeführt. Der Katalysatorraum ist im Beispiel auch zuströmseitig mit einer Prallplatte P2 versehen, die den Druck und die Reaktionswärme, insbesondere beim Anheizen, zurückhält.

Das Regeneratgas RG steht durch die Verbindung zum Ansaugrohr AS unter einem Unterdruck, dem Regeneratdruck  $p_r$ , so dass die Diffusion des Regeneratgases über ein Druckgefälle vom Überdruck  $p_k$  zum Unterdruck  $p_r$  durch die Membran MEM erfolgt. Das kalte Regeneratgas RG und die dadurch abgekühlte Membran MEM sorgen auch für eine Kühlung der Membranhülle und des ganzen Regeneratsammlers RS. Vorzugsweise sind die Glüh- und Flammkerzen GK, FK wärmeleitend mit dem Membranrahmen E verbunden oder in die Membran MEM selbst eingesetzt, so dass sie durch die hohe Betriebstemperatur im inneren des Katalysators KAT nicht beschädigt werden.

In einer vorteilhaften Weiterentwicklung wird der Verbrennungsvorrichtung COMB eingangsseitig dosiert Wasserdampf oder -dampf D injiziert, der zur Moderation der Verbrennungstemperatur und damit zur Reduktion vom  $\text{NO}_x$ -Anteil gemäß DE 28 43 335 dient und zusätzlich dem Katalysator KAT als Basis zur Regeneraterzeugung dient. Alternativ oder ergänzend wird in einer weiteren Ausführung dosiert Wasserdampf  $D^*$  dem Katalysator KAT direkt oder unmittelbar den Verbrennungsgasen VG vor dem Katalysator KAT zugeführt.



Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt des Regenerators. Auf dem Katalysatormantel KAT ist ein Rahmen R aufgeschweißt, an dem ein Gehäuse G mit dem Regeneratsammler RS gehalten ist. Das Gehäuse G hat eine dickwandige Seite DW, in die eine Glühkerze GK eingeschraubt ist. Zudem erstreckt sich von ihr zu den übrigen Gehäusewänden in einer abdichtenden Einfassung E die Membran MEM aus mikroporöser Keramik. Es besteht also eine wärmeabführende Verbindung von der Glühkerze GK durch die Gehäusewand DW und die Einfassung E zur diffusionsgekühlten Membran MEM. Aus dem Sammelraum RS führt die Regeneratleitung RL zum Regeneratverbraucher oder -speicher. Die Membran MEM ist vorzugsweise durch ein Lochblech B abgestützt und mit einer Randabschrägung MR abgedichtet eingefaßt.

Fig. 3 zeigt einen Katalysator KAT mit der Membran MEM und Flammkerze FK sowie Glühkerzen GK teilweise geöffnet, perspektivisch dargestellt. Die Querbohrungen Q, die den Katalysatorkörper durchsetzen, sind zu sehen.

Ebenso sind die Prallbleche P1, P2 dargestellt, die mit bis auf einen schmalen Spalt beabstandet und mit engen Durchbrüchen versehen den Katalysatorkörper ein- und ausgangsseitig abschließen.

Die Entstehung des Regeneratgases, das i.a.  $H_2$  ist, beginnt bereits bei 200°C, jedoch ist eine Katalysatortemperatur von ca. 1000°C bis 1200°C förderlich.

Die in Abgas-Katalysatoren üblichen Platinmetalle, Paladium o. dgl., lassen sich u.U. auch durch unedle Metalle ersetzen, wenn diese mit geeigneter Oberflächenstruktur auf dem Träger aufgebracht werden. Die Prägestruktur kann aus den bekannten

Waben aus Metall oder Keramik gebildet sein. Diese bieten eine Oberfläche von z.B. 20000 qm/l.

Bei einem handelsüblichen KFZ-Katalysator ist eine Membran von 100 x 150 x 30 mm<sup>3</sup> angepaßt.

Fig. 4 zeigt die Bildung einer Diffusionsmembran aus mehreren Einzelmembranen MEM1 - MEM6, die jeweils als Kreisscheiben ausgebildet sind und in einer metallischen Buchse 2 gehalten sind.

Die Buchsen 2 sind in eine Trägerplatte 3 mit einer Hochdruckpresse eingedrückt und so abgedichtet auch bei hohen Temperaturdifferenzen gehalten. Randseitig sind Verschraubungsbohrungen zu sehen.

Fig. 5 zeigt eine Seitenansicht des Einbaus der zusammengesetzten Membran, deren Trägerplatte 3 zwischen dem mit einem Flansch versehenen Katalysatorgehäuse W und einem Flansch des Regeneratsammlers RS jeweils unter Einfügung einer Glimmerdichtung 5,6 verschraubt gehalten ist. Die Trägerplatte 3 ist sandwichartig geschichtet aufgebaut, indem zwischen zwei Edelstahlplatten 30, 31 eine Dichtungsplatte 4 eingefügt ist. Die Dichtungsplatte 4 besteht vorzugsweise aus hochtemperaturfestem Glimmermaterial und schließt wie die Edelstahlplatten 30, 31 um die Buchsen in enger Fassung ab.

## Bezugszeichenliste

COMB	Verbrennungsvorrichtung
KAT	Abgaskatalysator
L	Luft
BS	Brennstoff
I	Injektor
LD	Ladevorrichtung
AG	Abgas
MEM	Diffusionsmembran
RG	Regeneratgas
RS	Regeneratsammler
Q	Querkanäle
P1, P2	Prallbleche
VG	Verbrennungsgase
AS	Ansaugrohr
FK	Flammkerze
BV	Brennstoffventil
U	el. Kerzenanschluß
GK	Glühkerze
S	Lambda-Sonde
RV	Regelvorrichtung
1	Regenerator
pr	Regeneratdruck
pk	Katalysatorinnendruck
SD	Schalldämpfer
WD	Wärmedämmung
RL	Regeneratleitung
R	Rahmen
G	Gehäuse
E	Einfassung
DW	Gehäusewandung
D, D*	Dampf
B	Lochblech
MR	Randabschrägung
W	K-Wandung
2	Buchse
3	Trägerplatte
30	Edelstahlplatten
31	Edelstahlplatten
4	Dichtungsplatte
5	Glimmerdichtung
6	Glimmerdichtung
MEM1	Einzelmembran
MEM2	Einzelmembran

## Patentansprüche

1. Regenerator von Verbrennungsabgasen (VG) mit einem Abgaskatalysator (KAT),  
dadurch gekennzeichnet, dass der heiß betriebene Katalysator (KAT) an eine hochtemperaturfeste Diffusionsmembran (MEM) grenzt, die andererseits an einen Regeneratsammler (RS) grenzt, der unter einem niedrigeren Druck (pr) als einem jeweils herrschenden Katalysatorinnendruck (pk) gehalten ist und das so anfallende Regeneratgas (RG) einer dem Regenerator (1) vorgeschalteten Verbrennungsvorrichtung (COMB) als ein ergänzender Brennstoff zugeführt und/oder anderweitig chemisch-energetisch genutzt wird.
2. Regenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Diffusionsmembran (MEM) aus einer hochtemperaturfesten mikroporösen offenporigen Keramik besteht.
3. Regenerator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (MEM) aus Erdalkali-Aluminaten und/oder Silikaten besteht.
4. Regenerator nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (MEM) aus Aluminium- und/oder Zirkonoxid besteht.
5. Regenerator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (MEM) in einer passenden Einfassung (E) in einem Gehäuse (G) gehalten ist, das mit einem Rahmen (R) in eine Wandung (W) des Katalysators (KAT) angeschweißt ist.

6. Regenerator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (MEM) eine in Richtung des Druckgefälles (pk, pr) verjüngende Randabschrägung (R) aufweist.

7. Regenerator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (MEM) seitens des Regeneratsammlers (RG) mit einem Lochblech (B) abgestützt ist.

8. Regenerator nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in die Wandung (W) oder eine verdickte Wandung (DW) oder den Rahmen (R) mindestens eine elektrische Glühkerze (GK) und/oder eine brennstoffgespeiste Flammkerze (FK) zu einer Katalysatorheizung eingesetzt ist/sind.

9. Regenerator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator (KAT) aus- und/oder eingangsseitig jeweils mit einem Prallblech (P1, P2) bestückt ist.

10. Regenerator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator (KAT) mindestens einen mit Katalysatormetall beschichteten Lamellenblock enthält, der mit Querkälen (Q) durchsetzt ist, die nahe der Membran (MEM) enden.

11. Regenerator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator (KAT) mit einer hochtemperaturfesten Wärmedämmung (WD) umschlossen ist.

12. Regenerator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsvorrichtung (COMB) mit Luft (L) und einem Kohlenwasserstoffbrennstoff (BS) über eine Regelvorrichtung (RV) gespeist ist, die mittels einer Lambda-Sonde (S) eingangsseitig des Katalysators (KAT) verbunden ist.

13. Regenerator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsvorrichtung (COMB) oder dem Katalysator (KAT) direkt Wasserdampf oder -dampf (D, D\*) dosiert zugeführt wird.

14. Regenerator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsvorrichtung (COMB) eine Verbrennungskraftmaschine ist.

15. Regenerator nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungskraftmaschine (COMB) eine Luftladevorrichtung (LD) vorgeschaltet ist.

16. Regenerator nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass dem Katalysator (KAT) ein Schalldämpfer (SD) nachgeschaltet ist.

17. Regenerator nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Regeneratgas (RG) mit einer Regeneratleitung (RL) in eine Ansaugleitung (AS) der Verbrennungskraftmaschine (COMB) eingeleitet ist.

18. Regenerator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Diffusionsmembran (MEM1 - MEM6) aus mehreren runden Einzelmembranen besteht, die jeweils in eine metallische, hochtemperaturfeste Buchse (2) eingefasst sind und abgedichtet in eine Trägerplatte (3) eingesetzt sind.

19. Regenerator nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerplatte (3) aus mindestens zwei Edelstahlplatten (30,31) mit jeweils zwischenliegenden Dichtungsplatten (4) besteht und die Buchsen (2) hochdruckverpreßt in der Trägerplatte (3) gehalten sind.

20. Regenerator nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungsplatten (4) aus einem Glimmerdichtmaterial bestehen und die Trägerplatte (3) mittels Glimmerdichtungen (5,6) zwischen einer Wandung (W) des Katalysators (KAT) und dem Regeneratsammler (RS) verschraubt gehalten ist.

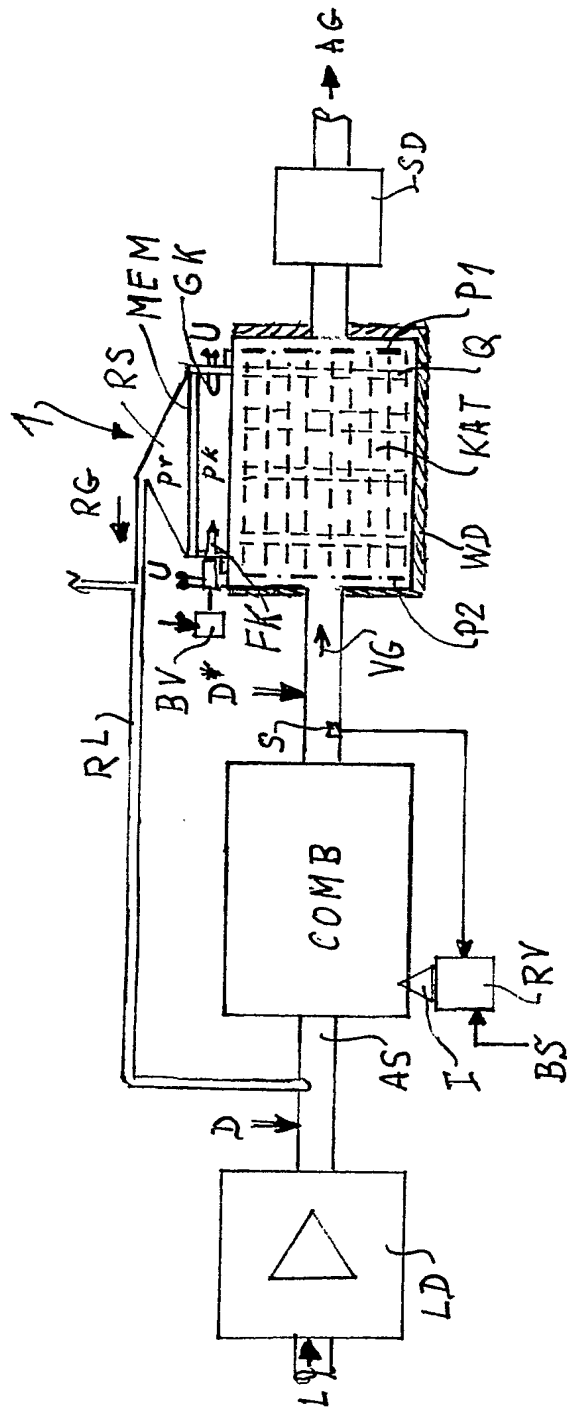


Fig. 1



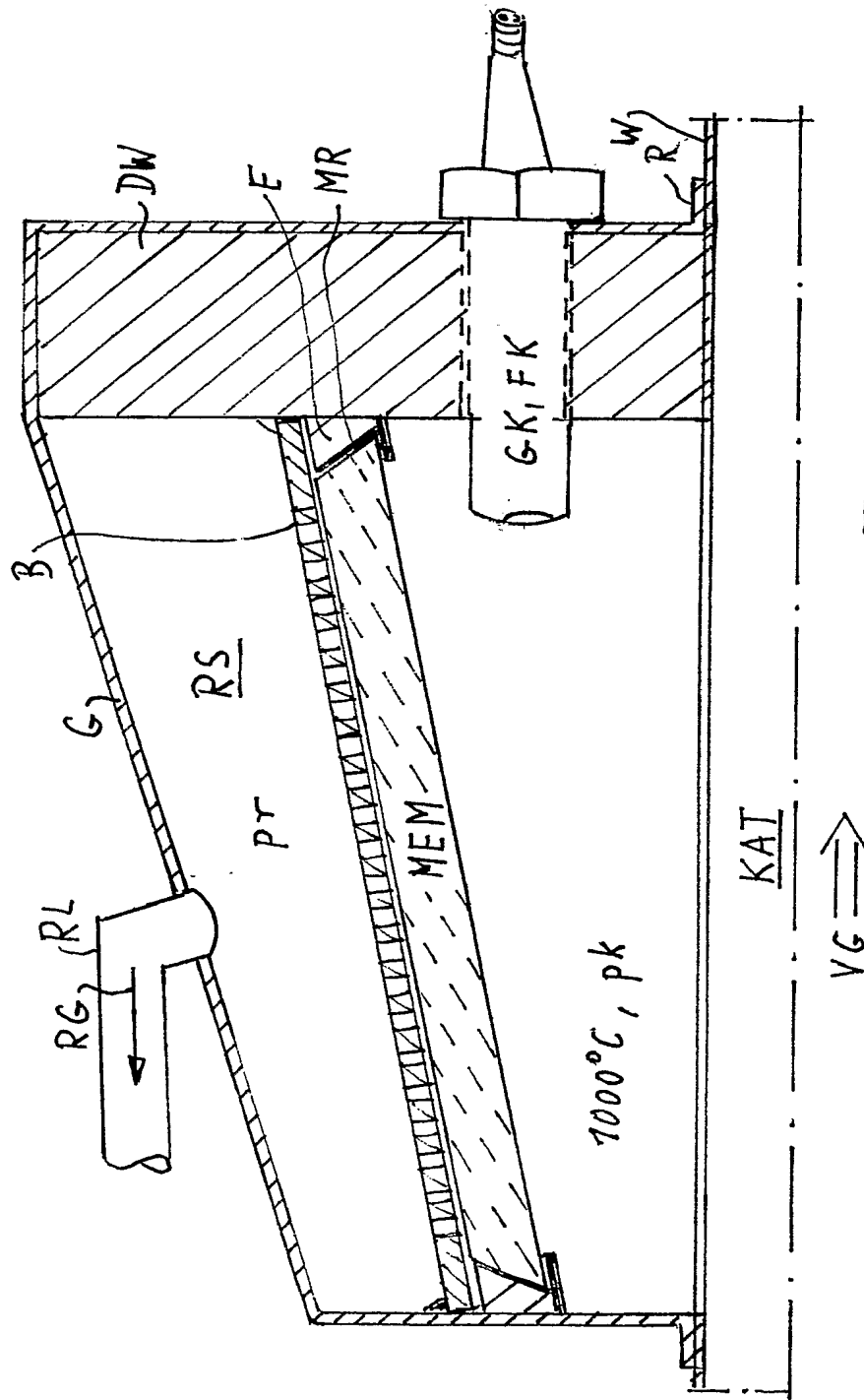
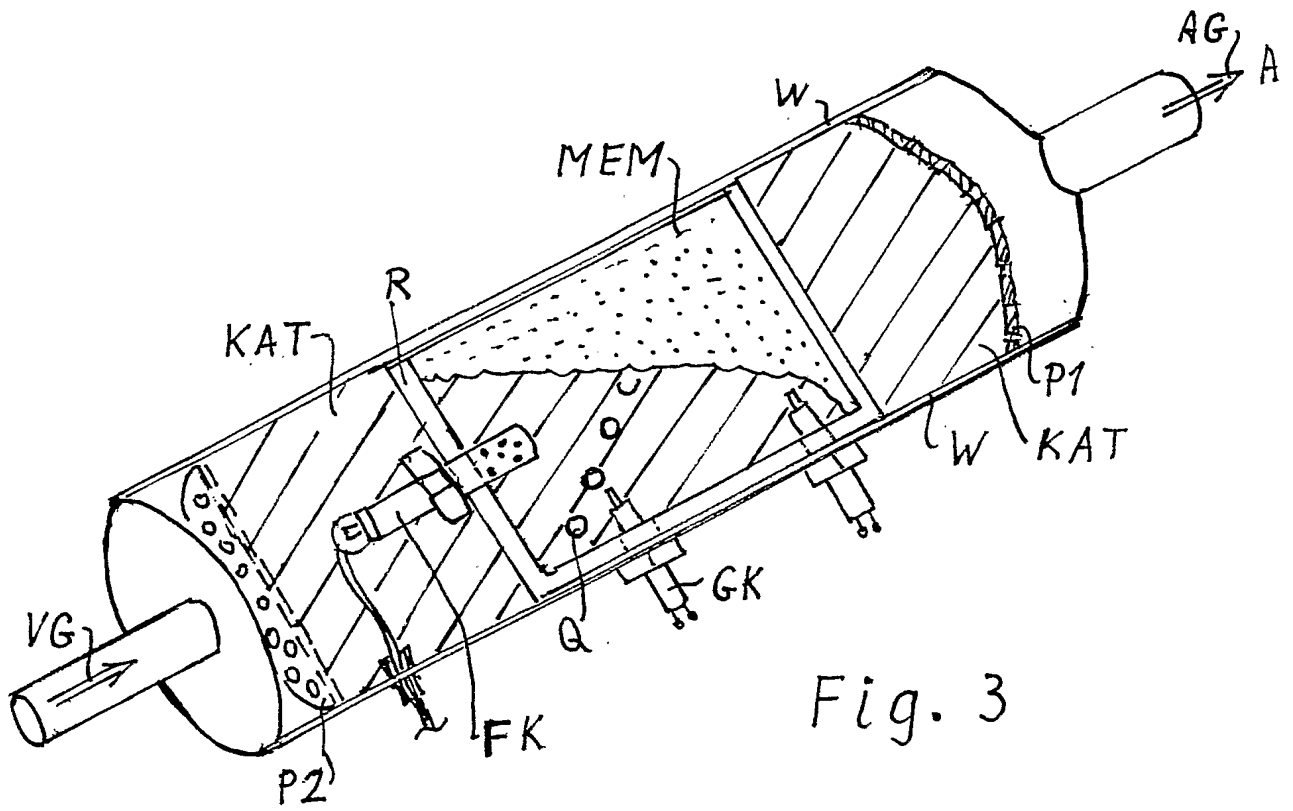


Fig. 2



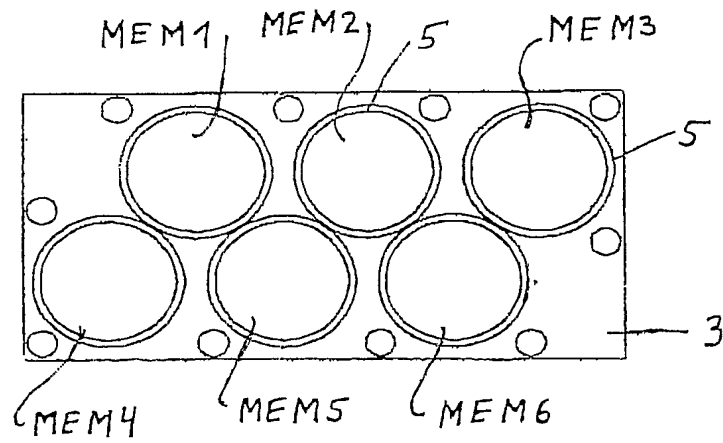


Fig. 4

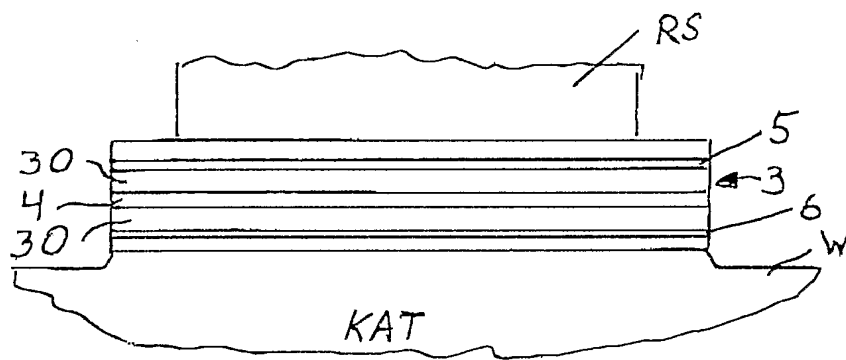


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/000359

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M25/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 19 007 A1 (SIEMENS AG) 16 November 2000 (2000-11-16) cited in the application column 4, line 4 - column 5, line 48; figure 1	1,2, 12-14
A	US 6 122 909 A (MURPHY ET AL) 26 September 2000 (2000-09-26) column 9, line 12 - column 12, line 45; figure 1	1
A	EP 1 359 310 A (YANMAR CO., LTD) 5 November 2003 (2003-11-05) paragraph '0050! - paragraph '0064!; figures 1-3	1
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 April 2005

Date of mailing of the international search report

20/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marsano, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/000359

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 6 516 787 B1 (DUTART CHARLES H ET AL)  11 February 2003 (2003-02-11)  column 3, line 44 - column 5, line 48;  figures 1,3,4  -----</p>	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000359

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10019007	A1	16-11-2000	NONE
US 6122909	A	26-09-2000	NONE
EP 1359310	A	05-11-2003	JP 2002227730 A 14-08-2002
		EP 1359310 A1	05-11-2003
		US 2004068987 A1	15-04-2004
		WO 02061256 A1	08-08-2002
US 6516787	B1	11-02-2003	NONE

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000359

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F02M25/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02M F01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 19 007 A1 (SIEMENS AG) 16. November 2000 (2000-11-16) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 4 - Spalte 5, Zeile 48; Abbildung 1	1,2, 12-14
A	US 6 122 909 A (MURPHY ET AL) 26. September 2000 (2000-09-26) Spalte 9, Zeile 12 - Spalte 12, Zeile 45; Abbildung 1	1
A	EP 1 359 310 A (YANMAR CO., LTD) 5. November 2003 (2003-11-05) Absatz '0050! - Absatz '0064!; Abbildungen 1-3	1
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. April 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marsano, F

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000359

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 6 516 787 B1 (DUTART CHARLES H ET AL)  11. Februar 2003 (2003-02-11)  Spalte 3, Zeile 44 – Spalte 5, Zeile 48;  Abbildungen 1,3,4</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000359

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10019007	A1	16-11-2000	KEINE
US 6122909	A	26-09-2000	KEINE
EP 1359310	A	05-11-2003	JP 2002227730 A 14-08-2002
			EP 1359310 A1 05-11-2003
			US 2004068987 A1 15-04-2004
			WO 02061256 A1 08-08-2002
US 6516787	B1	11-02-2003	KEINE